

Mladá veda

Young Science



Parametre neverbálnej komunikácie vybraných štátnych príslušníkov tretích krajín

Analýza využitia veľkokapacitných kontajnerov s obnoviteľným zdrojom energie vo vertikálnych farmách

Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 2, ročník 9., vydané v júni 2021

ISSN 1339-3189

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Floriánova ulica v Prešove. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišin, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra verejnej ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

REDAKCIA

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

Mgr. Martin Hajduk, PhD. (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

PRÍRODNÁ RÁDIOAKTIVITA HORNÍN V REGIÓNE NITRIANSKEHO SAMOSPRÁVNEHO KRAJA

NATURAL RADIOACTIVITY OF ROCKS IN THE NITRA REGION

Erik Andrassy¹, Ema Nogová²

Erik Andrassy pôsobí ako interný doktorand na Katedre inžinierskej geológie, hydrogeológie a aplikovanej geofyziky na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave. Autor sa zaoberá hlavne meraním rádioaktívnych vlastností pôd a stanovením koncentrácie prírodných rádioaktívnych prvkov (K, U, Th). Ema Nogová je interná doktorandka na Oddelení gravimetrie a geodynamiky na Ústave vied o Zemi Slovenskej akadémie vied v Bratislave. Doktorandka sa zameriava najmä na analýzu a kompiláciu terestrických a satelitných tiažových meraní.

Erik Andrassy is working as an internal PhD. student at the Department of Engineering Geology, Hydrogeology and Applied Geophysics, Faculty of Natural Sciences, Comenius University in Bratislava. The author is focused on measurement of radioactive properties of soils and determination of the concentration of natural radioactive elements (K, U, Th). Ema Nogová is an internal PhD. student at the Department of Gravimetry and Geodynamics, Earth Science Institute of the Slovak Academy of Sciences in Bratislava. The main purpose of her research is analysis and compilation of the satellite and terrestrial gravity data.

Abstract

The aim of this article is to describe the regional radioactivity in the area of the Nitra self-governing region by means of results gained from geological and geophysical works focused on radioactivity of rocks and soils. In the territory, local ground and aerial nationwide gamma spectrometric measurements were realized in different periods. The survey results were summarized on maps with 1:200 000 scale (Čížek et al., 2001). The most examined were the rocks of Považský Inovec of Permian age due to their higher concentration of natural radioactive elements of K, U and Th. The article points out the size of natural radioactivity in particular locations within the Nitra self-governing region and signifies the difference in scale

¹ Adresa pracoviska: Mgr. Erik Andrassy, Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava
Email: andrassy4@uniba.sk

² Adresa pracoviska: Mgr. Ema Nogová, Oddelenie gravimetrie a geodynamiky, Ústav vied o Zemi, Slovenská akadémia vied, Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava
Email: nogova22@uniba.sk

of radioactivity on the basis of age and type of rocks. The found values of radioactivity of rock and soil environments are comparable to their average values within the Earth's crust and the Western Carpathians. This allows the identification of areas with a potentially higher radiation exposure of the population.

Key words: Nitra, Natural Radioactivity of Rocks, Gamma spektrometry

Abstrakt

Článok podáva popis regionálnej rádioaktivity na území Nitrianskeho samosprávneho kraja na základe výsledkov geologických a geofyzikálnych prác zameraných na rádioaktivitu hornín a pôd. Na území boli realizované lokálne pozemné a celoslovenské letecké gamaspektrometrické merania v rôznych obdobiach. Výsledky prieskumu boli sumarizované v mapách s mierkou 1:200 000 (Čížek et al., 2001). Najviac preskúmané boli horniny Považského Inovca permského veku vzhľadom na ich vyššiu koncentráciu prírodných rádioaktívnych prvkov K, U a Th. Článok poukazuje na veľkosť prírodnej rádioaktivity v jednotlivých polohách v rámci Nitrianskeho samosprávneho kraja a naznačuje na odlišnosť veľkosti rádioaktivity na základe veku a typu jednotlivých hornín. Zistené hodnoty rádioaktivity horninového a pôdneho prostredia sú porovnávané s ich priemernými hodnotami v rámci zemskej kôry i Západných Karpát, čo umožňuje identifikovať oblasti s potenciálne vyššou radiačnou záťažou obyvateľstva.

Kľúčové slová: Nitra, prírodná rádioaktivita hornín, gamaspektrometria

Úvod

Radiačná záťaž obyvateľstva pochádza z dvoch zdrojov rádioaktívneho žiarenia, a to prírodných a umelých. Najväčšie ožiarenie je však spôsobené prírodnými zdrojmi žiarenia, ktorých podiel na celkovom ožiarení predstavuje približne 73%. Z prírodných zdrojov žiarenia, dominantný podiel na ožiarení obyvateľstva v budovách (viac ako 50%) má prírodný rádioaktívny plyn radón a jeho dcérske produkty (Cabáneková a Nikodemová, 2013). Rádioaktivita horninového a pôdneho prostredia predstavuje druhú najväčšiu zložku radiačnej záťaže obyvateľstva z prírodných zdrojov (približne 20%) vo forme externého terestriálneho žiarenia.

Územie Nitrianskeho samosprávneho kraja je štvrtým najmenším krajom na území Slovenskej republiky pozostávajúcej zo siedmich okresov. Nitriansky kraj je situovaný na juhozápade Slovenska s rozlohou 6 344 km². Územie je z geologického hľadiska rôznorodé hlavne na severnej, severovýchodnej a východnej časti kraja. Celkovo je v kraji situovaných až osem geomorfologických jednotiek, menovite – Podunajská rovina, Podunajská pahorkatina, Juhoslovenská kotlina, Krupinská planina, Štiavnické vrchy, Pohronský Inovec, Tribeč a Považský Inovec.

Na skúmanom území boli vykonané lokálne rádiometrické a gamaspektrometrické pozemné merania. Celé územie pokrýva letecký gamaspektrometrický prieskum, ktorý bol cielený na pokrytie celej Slovenskej republiky. Tieto prieskumné geofyzikálne merania boli realizované za účelom ako vyhľadávania ložísk nerastných surovín, tak aj environmentálneho vyhodnocovania kvalitatívnych geofaktorov životného prostredia, ktorých neoddeliteľnou súčasťou je aj rádioaktivita pôd a podložných hornín.

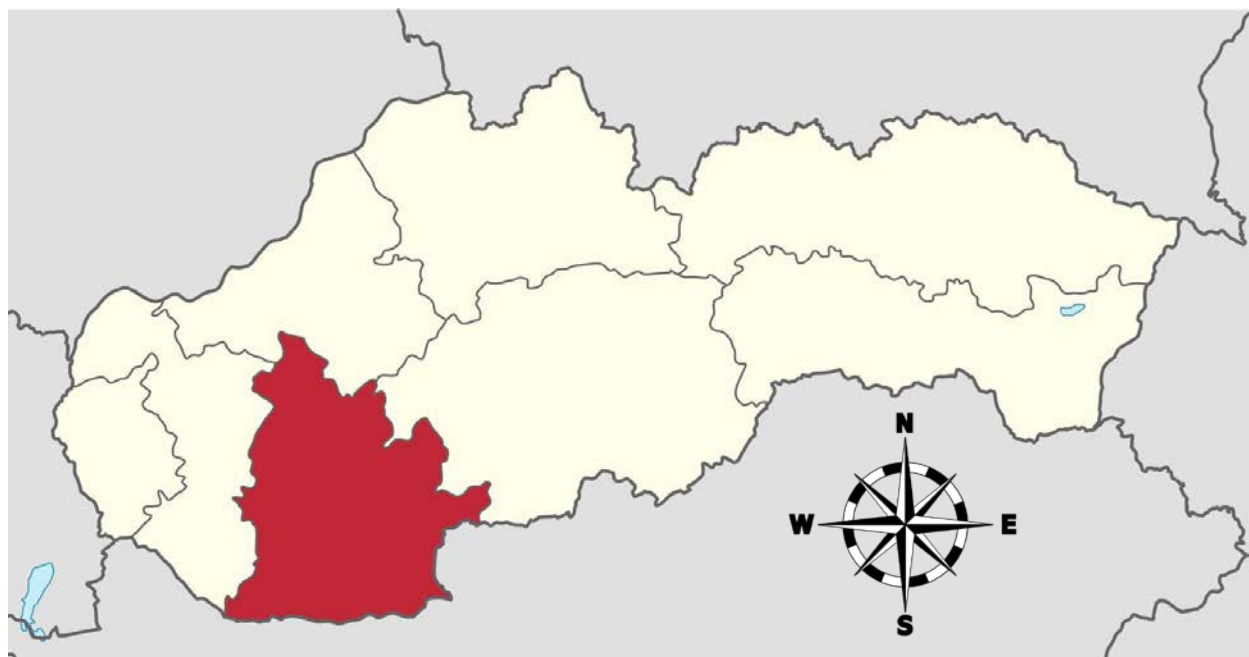
Ciele štúdia

Prírodné rádioaktívne prvky draslík, urán a tórium spolu s ich dcérskymi produktami premeny vrátane radónu predstavujú hlavný zdroj prírodnej rádioaktivity horninového a pôdneho prostredia. Ich výskyt v mineráloch a horninách je natoľko bežný, že umožňuje samotné geologické mapovanie, t.j. rozlišovanie plošnej distribúcie horninových typov na základe ich rádioaktivity. Vyhľadávanie ich ložiska tvorných minerálnych akumulácií je preto pomerne jednoznačné.

Cieľom štúdia je na základe vyhodnotenia plošnej distribúcie rádioaktivity hornín a pokryvných útvarov na území Nitrianskeho samosprávneho kraja podať jej súvis so známou geologickou a litologickou stavbou regiónu a porovnať namerané a spracované hodnoty koncentrácií jednotlivých rádioaktívnych prvkov, celkovej gama aktivity a dávkového príkonu gama žiarenia hornín vo vzduchu s ich priemernými hodnotami v horninách Západných Karpát alebo zemskej kôry ako celku, a na základe toho usúdiť o ich podiele na potenciálnej radiačnej záťaži obyvateľstva.

Oblasť štúdia a geomorfologická a geologická charakteristika

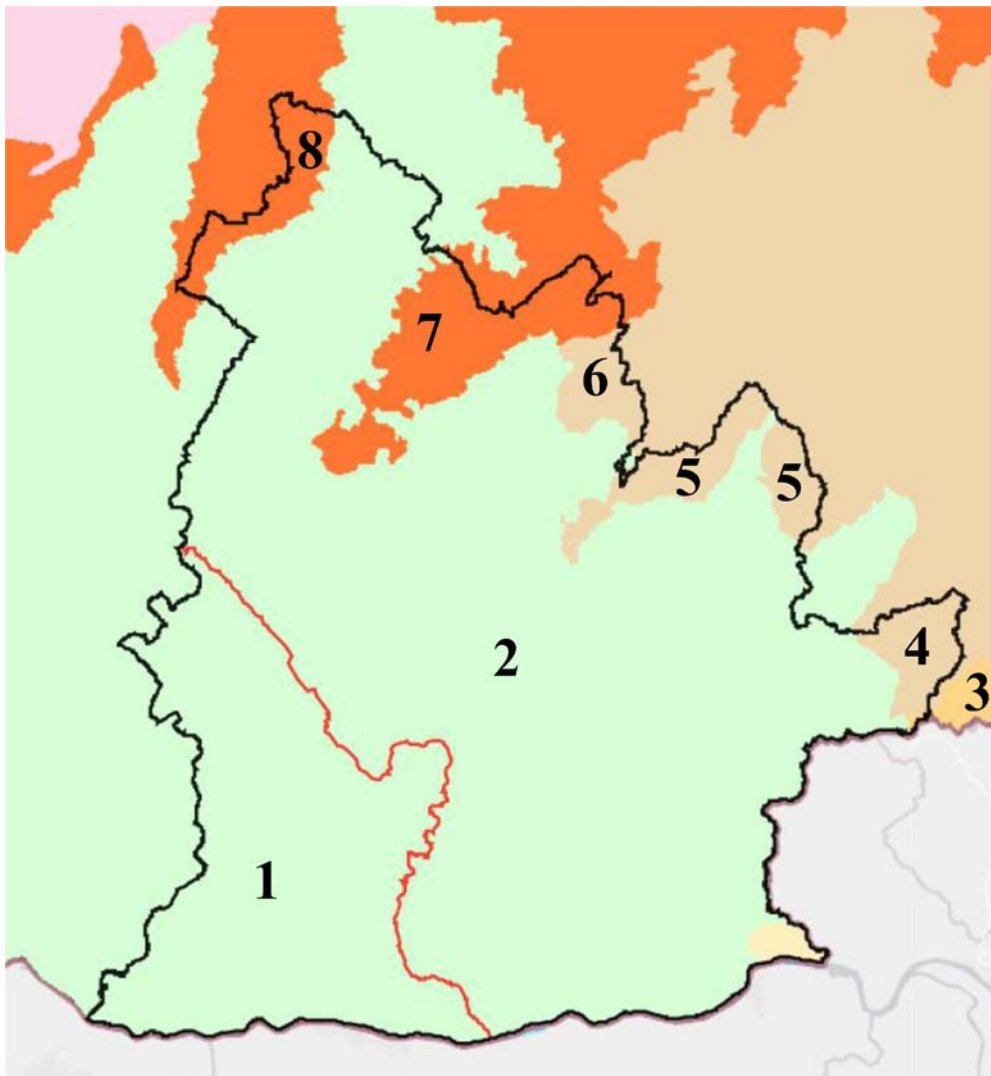
Nitriansky kraj na juhu susedí s Maďarskou republikou, kde prírodnú štátnu hranicu tvorí rieka Dunaj a dolný tok rieky Ipeľ, ktorý sa vlieva do Dunaja. Na obr. 1 je znázornená poloha Nitrianskeho kraja v rámci Slovenska.



Obr. 1 – Administratívne členenie Slovenskej republiky s vyznačeným Nitrianskym samosprávnym krajom
Zdroj: Internet 1

Reliéf skúmaného územia je prevažne rovinatý, zriedkavé sú výskyty pahorkatín. Na severe územia sa tiahne pohorie Tribeč a Považský Inovec, na severovýchode sa nachádzajú výbežky Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca, v juhovýchodnej časti Nitrianskeho samosprávneho kraja sa vyskytuje Krupinská planina a Juhoslovenská kotlina (obr. 2). Najväčšiu časť zaberá na juhozápade a juhu Podunajská nížina s časťou Žitného ostrova, ktorý

je najväčší riečny ostrov Európy, vytvorený medzi hlavným tokom Dunaja a jeho ramenom Malým Dunajom. Južné oblasti kraja sú bohaté na vodné a termálne pramene a preteká nimi viacero riek, spomedzi nich druhá najdlhšia rieka Európy Dunaj, najdlhšia rieka Slovenskej republiky Váh, ďalej Nitra, Hron, Ipel' a Žitava (Andrássy, 2018).

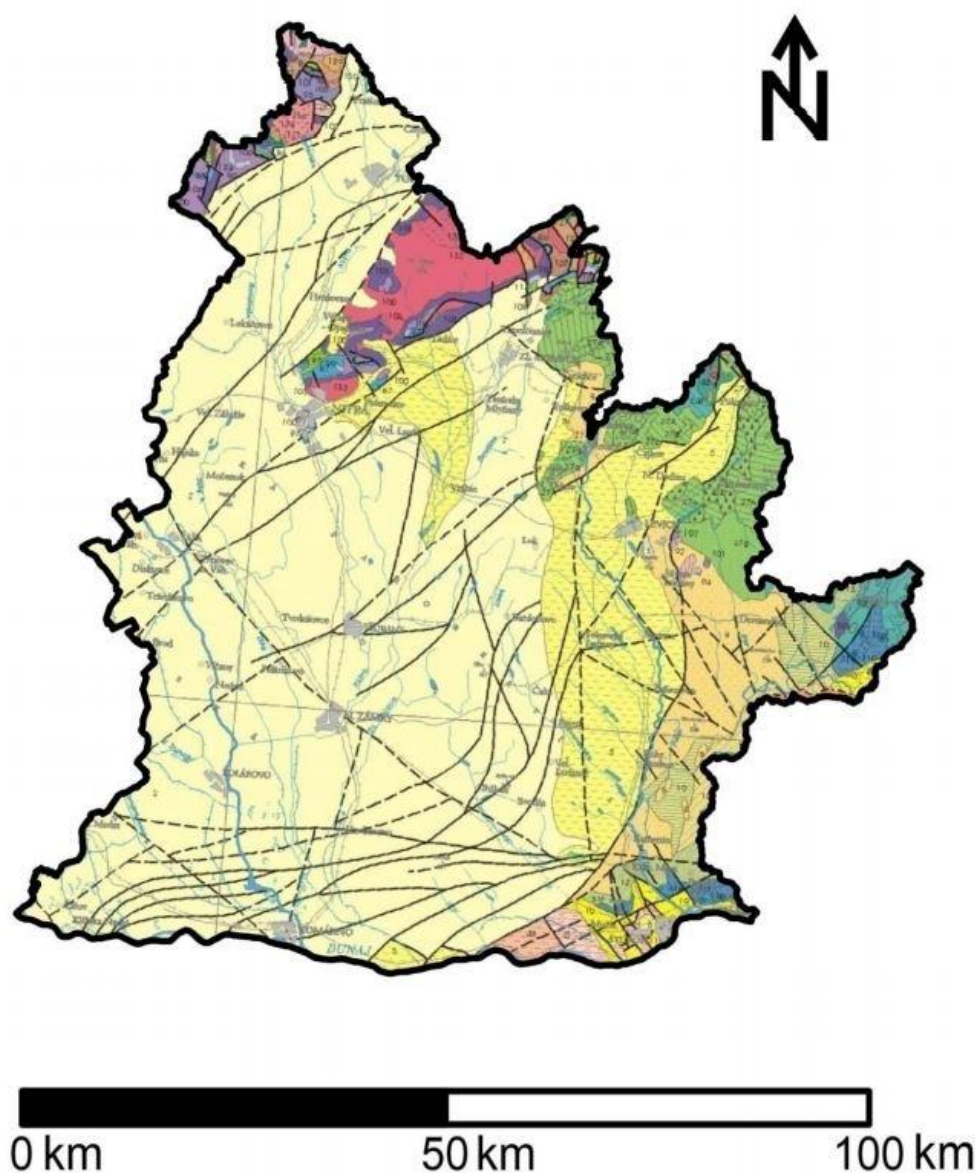


Obr. 2 – Geomorfologické členenie Nitrianskeho samosprávneho kraja

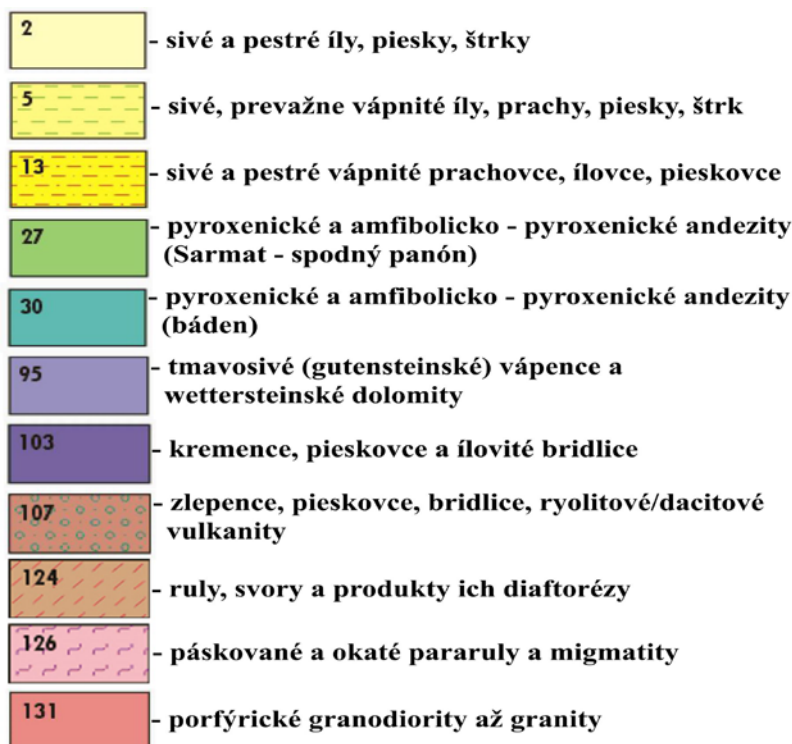
Zdroj: ©GKÚ, NLC; r. 2017-2019.

Vysvetlivky: 1 – Podunajská rovina, 2 – Podunajská pahorkatina, 3 – Juhoslovenská kotlina, 4 – Krupinská planina, 5 – Štiavnické vrchy, 6 – Pohronský Inovec, 7 – Tribeč, 8 – Považský Inovec.

Geologická stavba skúmaného územia je z veľkej časti monotónna, veľkú časť územia Nitrianskeho samosprávneho kraja tvoria Podunajská rovina a Podunajská pahorkatina. Členitejšiu geologickú stavbu majú ostatné geomorfologické celky zasahujúc do skúmaného územia. Na obr. 3 je znázornená geologická mapa Nitrianskeho samosprávneho kraja, legenda ku geologickej a tektonickej mape je zobrazená na obrázku č. 4.



Obr. 3 – Geologická a tektonická mapa Nitrianskeho samosprávneho kraja
Zdroj: Biely et al., 1996.



Obr. 4 – Legenda ku geologickej a tektonickej mape
Zdroj: Biely et al., 1996, upravené

Dunajská panva na území Slovenskej republiky je ohraničená zo západu Malými Karpatami, na severe panva vyklíňuje medzi Tribečom, jadrovým pohorím Malé Karpaty a Považským Inovcom. Severovýchodné a východné hranice tvoria horninové komplexy stredoslovenských neovulkanitov. Dunajská panva je extenznou panvou, ktorá sa začala vyvíjať koncom spodného a začiatkom stredného miocénu (Pašiaková et al., 2013). Prevažnú časť Dunajskej panvy tvoria sivé a pestré íly, piesky, štrky neogénneho veku. Táto skupina hornín je v geologickej mape zobrazená šrafúrou č. 2 (obr. 4 legenda). Na južnej strane Tribeča a východnej časti Dunajskej panvy dominujú podobné horniny s vápnitou prímесou, šrafúra č. 5 (Biely et al., 1996) (obr. 4).

V rámci Juhoslovenskej kotliny do skúmaného územia zasahuje Ipeľská kotlina. Geologická stavba Ipeľskej kotliny je podobná stavbe Dunajskej panvy, pričom je tvorená sivými a pestrými vápnitými prachovcami, pieskami, ílmi a štrkami neogénneho veku. Tieto horniny sú v geologickej mape vyznačené šrafúrou č. 13 (Biely et al., 1996) (obr. 4).

Neogénne vulkanity sú zastúpené v troch geomorfologických celkoch na skúmanom území, a to v Krupinskej planine, kde tvoria pyroxenické a amfibolicko – pyroxenické andezity (šrafúra č. 30) (obr. 4). Neogénne vulkanity sú reprezentované aj Štiavnickými vrchmi a Pohronským Inovcom, v ktorých sú zastúpené pyroxenickými a amfibolicko – pyroxenickými andezitmi (šrafúra č. 27, obr. 4) (Biely et al., 1996).

Najzložitejšiu geologickú stavbu predstavujú jadrové pohoria, ktoré sa skladajú z paleozoického jadra a z mezozoického obalu. Jadro (kryštalikum) tribečsko-zoborského masívu tvoria porfýrické granodiority až granity staršieho paleozoika – hercýn (šrafúra č. 131, obr. 4) a obalovú sériu tvoria kremence, pieskovce a ílovité bridlice mezozoického veku skýt (šrafúra č. 103, obr. 4). Na severovýchodnej strane tribečsko-zoborského masívu je oddelený rázdielsky masív varínskym zlomom. Jadro (kryštalikum) tejto jednotky je tvorené

zlepencami, pieskovecami, bridlicami a ryolito/dacitovými vulkanitmi permského veku (šrafúra č. 107, obr. 4), obalová sekvencia je tvorená tmavosivými (gutensteinskými) vápencami a wettersteinskými dolomitmi veku stredný až vrchný trias (šrafúra č. 95, obr. 4). Jadro (kryštalínium) pohoria Považského Inovca tvoria prevažne ruly, svory, páskované a okaté pararuly a migmatity (šrafúry č. 124 a 126, obr. 4) a obalovú sériu rovnako ako pri rázdielskom masíve tvoria tmavosivé (gutensteinské) vápence a wettersteinské dolomity (šrafúra č. 95, obr. 4) (Biely et al., 1996).

Metodika

Sumarizácia apriórnych informácií o rádioaktivite hornín Nitrianskeho kraja je konštruovaná hlavne na zosúladení geologickej stavby skúmanej lokality s jej rádiometrickými parametrami. Základné údaje o prírodnej rádioaktivite hornín v regiónoch boli čerpané z Geochemického atlasu Slovenska (Daniel et al., 1996) a Prehľadných máp rádioaktivity (Čížek et al., 2001). Informácie o veľkosti rádioaktivity z máp rádioaktivity alebo z Geochemického atlasu Slovenska sú porovnávané s priemernými hodnotami, ktoré boli namerané na území Slovenskej republiky.

Rádiometrická preskúmanosť

Rádiometrická preskúmanosť je na území Slovenska nerovnomerná, súvisí to hlavne s hodnotením perspektívy jednotlivých stratigrafických útvarov z hľadiska výskytu uránových anomálií. Na území Nitrianskeho kraja sú najviac preskúmané oblasti Považského Inovca a pohoria Tribeč (Daniel et al., 1996). Celé územie Dunajskej panvy a Juhoslovenskej kotliny je pokryté leteckými gamaspektrometrickými meraniami. (Čížek et al., 2001).

Na území Tribečského pohoria sa uskutočnil automobilový gama prieskum a na 253 plochách gamaspektrometrického merania, pomocou ktorého boli sledované koncentrácie rádioaktívneho draslíka, uránu a tória. Oblasť Považského inovca je pokryté leteckou gamaspektrometrickou a povrchovými rádiometrickými meraniami (Daniel et al., 1996).

Rádiometrická preskúmanosť na území stredoslovenských neovulkanitoch na lokalitách Krupinskej planiny, Štiavnických vrchoch a Pohronskeho Inovca bola zrealizovaná pomocou leteckej gamaspektrometrie, neskôr automobilového gama prieskumu a podrobnou pozemnou gamaspektrometriou (Daniel et al., 1996).

Popis rádioaktivity na jednotlivých geologických celkoch

Priemerné koncentrácie rádioaktívnych prvkov v zemskej kôre sa pohybujú v rozmedzí: 2,5% draslíka, 2 - 4 ppm uránu a 8 - 12 ppm tória (Mareš et al., 1990). Priemerné globálne koncentrácie K, U a Th v pôdach podáva tabuľka č. 1. Podľa gamaspektrometrického stanovenia K, U a Th v rôznych horninách Západných Karpatoch je koncentrácia prírodných rádioaktívnych prvkov najčastejšie v intervaloch: draslík 0,3 až 4,5%, urán 1 až 7 ppm U a tórium 1 až 22 ppm Th (Mareš et al., 1990).

Zdroj	K [%]	eU [ppm]	eTh [ppm]	Dávkový príkon [pGy/s]	Expozičný príkon [μR/h]
UNSCEAR, 1982	1,2	2,0	6,3	12	5
Kogan et al., 1971	1,4	1,6	6,0	12	5

Tab. 1 - Priemerné koncentrácie K, U a Th v pôdach s odpovedajúcim dávkovým a expozičným príkonom vo vzduchu 1 m nad povrchom

Zdroj: IAEA, 1990

IAEA (1990) taktiež uvádza celosvetovú priemernú hodnotu externého dávkového príkonu vo vzduchu na úrovni $55 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ($15,28 \text{ pGy}\cdot\text{s}^{-1}$). Cabánková a Nikodemová (2013) uvádzajú celosvetovú priemernú hodnotu dávkového príkonu od terestriálneho žiarenia na úrovni približne $57 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$. Priemerná hodnota dávkového príkonu gama žiarenia na území Slovenska je $63,3 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ (Daniel et al., 1996).

Vo veľkej časti územia Dunajskej panvy a Ipeľskej kotliny prevláda jednotvárný priebeh celkovej rádioaktivity. Priemerná hodnota dávkového príkonu gama žiarenia hornín vnútrohorských pánv a kotlín dosahuje $65,8 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$, jednotlivé panvy a kotliny sa rádioaktivitou od seba líšia len veľmi málo. Hodnoty dávkového príkonu gama žiarenia vo vzduchu sú nižšie, a to $39,9 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$. Významnú plochu z hľadiska nameraných hodnôt rádioaktivity tvorí oblasť Zlatých Moraviec (obr. 5 a 6). Veľkosť dávkového príkonu gama žiarenia hornín na jednotlivých polohách môže dosahovať až $80 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ (obr. 5), pričom táto hodnota sa zaraďuje do kategórie zvýšenej prírodnej rádioaktivity hornín (Smernica MŽP SR č. 1/2000-3, 2000). Celková koncentrácia prírodných rádioaktívnych prvkov (K, U, Th) je nízka, výnimku tvorí oblasť medzi obcami Bánov, Komjatice a Rastislavice, kde koncentrácia rádioaktívneho uránu dosahuje až 5 ppm (Daniel et al., 1996).

Geomorfologické jednotky Krupinská planina, Štiavnické vrchy a Pohronský Inovec patria medzi stredoslovenské neovulkanity, proces vzniku a litológia sa líši v malej miere, z toho vyplýva, že aj rádioaktivita jednotlivých litologických jednotiek bude porovnateľná (tab. 2) (Andrássy, 2018). V tabuľke 2 sú znázornené jednotlivé horniny s pridruženým dávkovým príkonom gama žiarenia.

Hornina	Dávkový príkon gama žiarenia horniny ($\text{nGy}\cdot\text{h}^{-1}$)
Tufitické sedimenty	69,1
Andezity	63,9
Andezity až dacity	65,6
Propylitizované andezity	66,1
Granodiority až porfýry	66,6
Ryolity a ryodacity	75,6

Tab. 2 - Prírodná rádioaktivita hornín neovulkanitov

Zdroj: Daniel et al., 1996

Neovulkanity vykazujú priemernú hodnotu dávkového príkonu gama žiarenia hornín s možným výskytom lokálnych anomálií so zvýšenou hodnotou (obr. 5 a 6). Koncentrácia prírodných

rádioaktívnych prvkov nie je zvýšená. Neovulkanický komplex je charakteristický s väčšou plynopriepustnosťou hornín, to naznačuje zvýšenú koncentráciu rádioaktívneho radónu, ku ktorému dochádza hlavne v dacitoch, andezitoch a ich pyroklastikách, dosahujú hodnoty aj $20 \text{ kBq} \cdot \text{m}^{-3}$ (Daniel et al., 1996).

Pohorie Tribeč sa skladá z dvoch masívov, a to z Tribečsko-Zoborského masívu a z Rázdielskeho masívu ktoré sú od seba oddelené Varínskym zlomom. Rozdiel nameraných hodnôt rádioaktivity je nevýrazný. Tribečsko-Zoborský masív dominuje s vyššími hodnotami dávkového príkonu (obr. 5 a 6) ako Rázdielsky masív. Koncentrácia prírodných rádioaktívnych prvkov K a Th je viac zastúpená v Tribečsko-Zoborskom masíve, v Rázdielskom masíve prevažuje koncentrácia uránu. Pri hodnotení možného výskytu rádioaktívnych prvkov sa sledovali hlavne horniny, ktoré sú uvedené v tabuľke 3. Zaujímavou vlastnosťou dolomitov vyskytujúcich sa na študovanom území sú zvýšené hodnoty rádioaktivity, čo obmedzuje využitie týchto hornín v stavebníctve (Daniel et al., 1996).

Tip horniny	K (%)	eU (ppm)	eTh (ppm)
Arkózové pieskovce	2,19	2,34	8,35
Jemnozrnné až strednozrnné pieskovce	2,27	3,00	12,35
Červené až šedé bridlice	2,88	4,39	15,26

Tab. 3: Prírodná rádioaktivita vybraných typov hornín Tribečského pohoria

Zdroj: Daniel et al., 1996, upravené

Považský Inovec patrí medzi jednotky s vyššou rádioaktivitou hornín ako je priemerná celoslovenská hodnota, a to vo všetkých sledovaných zložkách, ktorých hodnoty sú zobrazené v tabuľke 4 (Andrássy, 2018).

Draslík [%]	1,8
Urán [ppm eU]	3,7
Tórium [ppm eTh]	10,3
Dávkový príkon [nGy/h]	69,8

Tab. 4: Priemerné hodnoty prírodnej rádioaktivity hornín Považského Inovca

Zdroj: Daniel et al., 1996

Sedimenty permu boli predmetom intenzívneho uránového prieskumu a ťažby, reprezentujú zhruba jedno percento plochy Slovenskej republiky. Všetky namerané rádioaktívne veličiny hornín kryštalinika okrem tória (tab. 5) vykazujú vyššie hodnoty ako priemerné hodnoty ostatných hornín Považského Inovca (Daniel et al., 1996).

Draslík [%]	2,17
Urán [ppm eU]	3,8
Tórium [ppm eU]	9,9
Dávkový príkon [nGy/h]	73

Tab. 5: Priemerné hodnoty prírodnej rádioaktivity hornín kryštalinika Považského Inovca

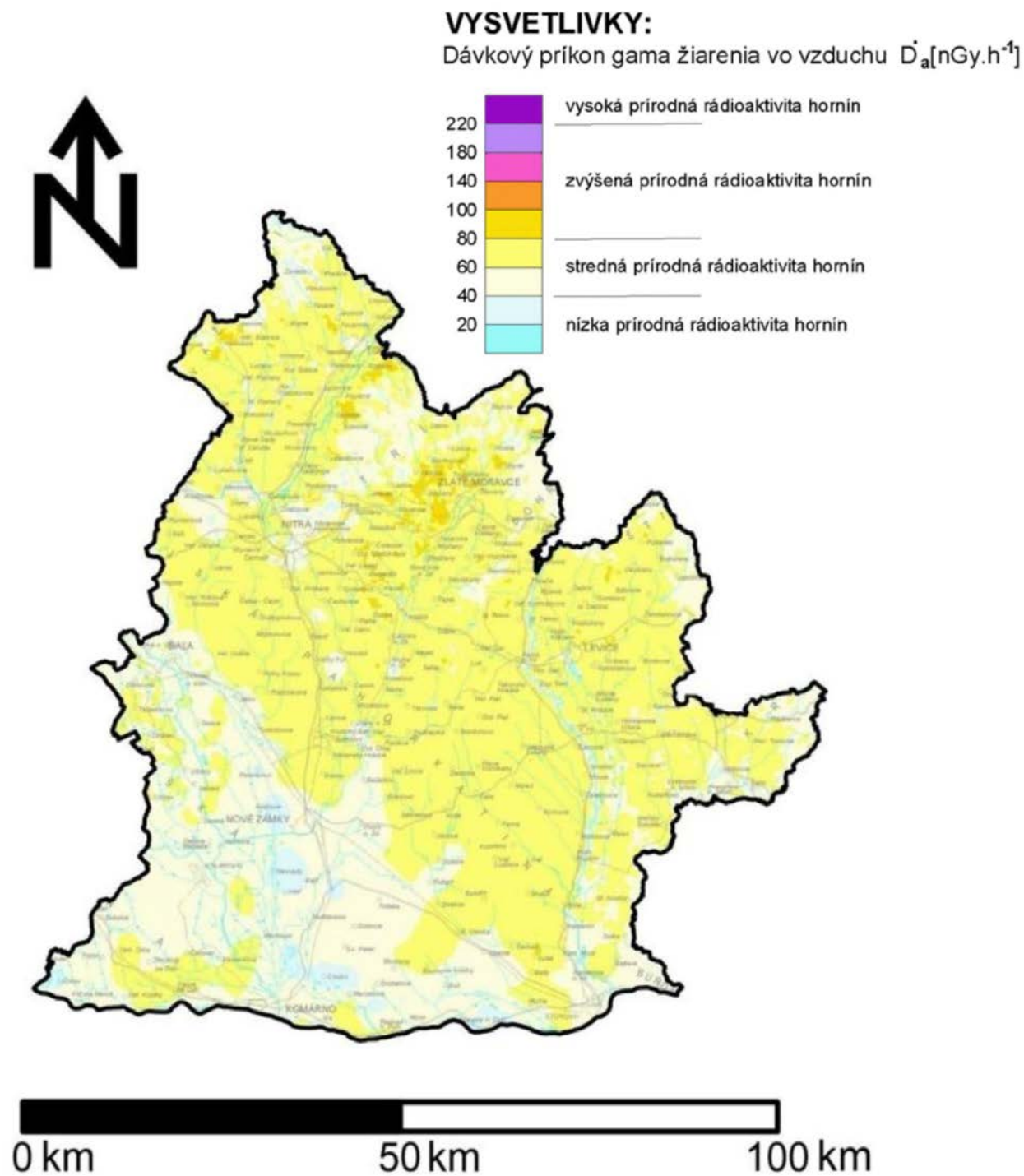
Zdroj: Daniel et al., 1996

Pomocou merania pôdneho radónu v pôdach sa určilo, že 47,2% plochy je zaradené do nízkeho radónového rizika, 52,7% do stredného radónového rizika a 0,1% plochy sa zaraďuje do vysokého radónového rizika. Do kategórie s vysokým radónovým rizikom patria plochy tvorené permskými horninami (tab. 6). Z tabuľky 6 vyplýva, že koncentrácia všetkých troch prírodných rádioaktívnych prvkov je vyššia, v porovnaní s priemernými koncentráciami v Nitrianskom kraji najviac dominuje tórium (Daniel et al., 1996).

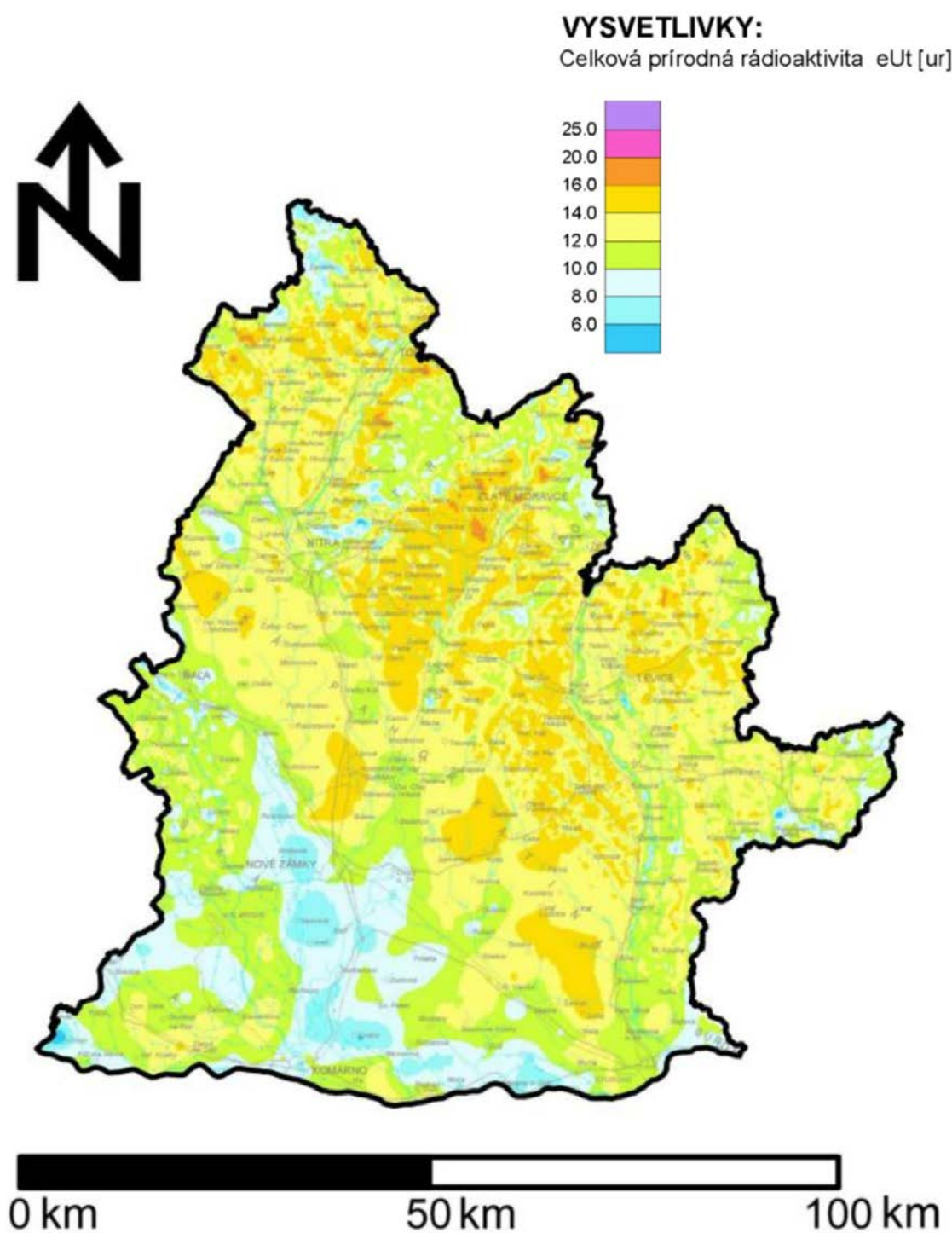
Permské horniny	Draslík [%]	Urán [ppm eu]	Tórium [ppm eTh]
Drobové pieskovce až droby	3,71	4,58	11,79
Arkózové pieskovce až arkózy	3,48	5,90	11,55
Kremité hrubozrnné pieskovce	4,58	4,58	18,78
Jemné až strednozrnné pieskovce	4,75	4,72	16,38
Zelené pieskovce a bridlice	4,01	6,83	16,90
Chloriticko-muskovitické svory	2,91	3,5	18,70

Tab. 6: Prírodná rádioaktivita permských hornín Považského Inovca

Zdroj: Daniel et al., 1996



Obr. 5: Mapa dávkového príkonu gama žiarenia vo vzduchu
Zdroj: Čížek et al., 2001, upravené in Andrassy, 2018



Obr. 6: Mapa celkovej prírodnej rádioaktivity
Zdroj: Čížek et al., 2001, upravené in Andrassy, 2018

Záver

Na celom území Nitrianskeho kraja prevláda stredná prírodná rádioaktivita prostredia (obr. 5 a 6), výnimku tvorí okolie Zlatých Moraviec, kde polohy zvýšenej rádioaktivity hornín zaberajú významnú plochu. Celková prírodná rádioaktivita je rôznorodá, na juhozápade územia v

blízkosti Nových Zámkov a Komárna, na severe v pohorí Tribeč a v Považskom Inovci sú namerané hodnoty najnižšie. Priemerná nameraná rádioaktivita sa vyskytuje v okrese Levice, Nitra a Topoľčany. Najvyššie hodnoty sa namerali v okolí okresného mesta Zlaté Moravce. Prírodná rádioaktivita prostredia závisí najmä od litotypu, miesta a času jeho vzniku. V Považskom Inovci sú v permských horninách zastúpené rádioaktívne prvky viac, ako v horninách iného veku na tomto území. Jemné až strednozrnné pieskovce v Tribečskom pohorí majú nižšie obsahy rádioaktívneho K, U a Th ako tie isté horniny permského veku v Považskom Inovci.

Dunajská panva, neovulkanity a pohorie Tribeč vykazujú porovnateľné hodnoty dávkového príkonu gama žiarenia ako je celoslovenský priemer, ojedinele sa vyskytujú lokálne zvýšené hodnoty pri jednotlivých typoch hornín. Najvyššie hodnoty dosahujú neovulkanické horniny ryolity a ryodacity, a to $75.6 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$. Zo skúmaného územia patrí výlučne Považský Inovec medzi jednotky s vyššou rádioaktivitou ako je priemerná celoslovenská hodnota. Najvyššiu hodnotu dávkového príkonu vykazujú permské horniny Považského Inovca, $73 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$, táto hodnota je vyššia o $10 \text{ nGy}\cdot\text{h}^{-1}$ ako celoslovenský priemer.

Vzhľadom na nízky počet oblastí s vyššou nameranou hodnotou prírodnej rádioaktivity v Nitrianskom kraji sa dá usúdiť, že skúmané prostredie je pre život človeka bezpečné. Ľudské telo je prispôbené na určitú dávku rádioaktivity, ktorá na telo pôsobí formou gama žiarenia z vesmíru, z budov, aj zo vzduchu, nie iba z hornín.

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
doc. RNDr. Andrej Mojžeš, PhD.*

*Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore v rámci riešenia projektov APVV-16-0146
“Multidisciplinárny výskum geofyzikálno-štruktúrnych parametrov a environmentálneho
vplyvu zlomov Západných Karpát” a vedeckej grantovej agentúry VEGA 2/0100/20
“Hustotná analýza horninového prostredia na základe povrchových a podzemných
gravimetrických meraní”.*

Použitá literatúra

1. ANDRÁŠSY, Erik. 2018. Prírodná rádioaktivita hornín a štruktúr v regióne Nitrianskeho samosprávneho kraja - Bakalárska práca. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave [cit. 30.04.2021].
2. BIELY, A., BEZÁK, V., ELEČKO, M., KALIČIAK, M., KONEČNÝ, V., LEXA, J., MELLO, J., NEMČOK, J., POTFAJ, M., RAKÚS, M., VASS, D., VOZÁR, J., VOZÁROVÁ, A.: Geologická mapa Slovenskej republiky 1:500 000. Bratislava: GUDŠ, 1996.
3. CABÁNEKOVÁ, H., NIKODEMOVÁ, D.: Usmerňovanie ožiarovania obyvateľstva radónom v pobytových priestoroch. Slovenská zdravotnícka univerzita, Bratislava, 2013. ISBN 978-80-89384-05-1
4. ČÍŽEK, P., GLUCH, A., SMOLÁROVÁ, H.: Atlas geofyzikálnych máp a profilov Slovenskej republiky, časť prírodná rádioaktivita hornín - Záverečná správa. Bratislava: GUDŠ, 2001.
5. DANIEL, J., LUČIVJANSKÝ, L., STERCZ, M.: Geochemický atlas Slovenska, časť IV-prírodná rádioaktivita hornín, Bratislava, Geologická služba Slovenskej republiky, 1996. ISBN 80-85314-77-0.

6. IAEA: The use of gamma ray data to define the natural environment. International Atomic Energy Agency, IAEA-TECDOC-566, 1990
7. KOGAN, R.M., NAZAROV, I.M., FRIDMAN, Sh.D., Gamma Spectrometry of Natural Environments and Formations. Israel Programme for Scientific Translations. 1971
8. MAREŠ, S., GRUNTORÁD, J., HRÁCH, S., KAROUS, M., MAREK, F., MATOLÍN, M., SKOPEC, J.: Úvod do užité geofyziky. SNTL, Praha, 1990
9. PAŠIAKOVÁ, M., GAJDOŠ, V., BUČOVÁ, J., BRIXOVÁ, B., BIELIK, M.: Geofyzikálny obraz stavby sedimentárnej výplne Dunajskej panvy pozdĺž profilu medzi Dunajskou Stredou a Veľkým Mederom: reinterpretácia geoelektrických údajov vertikálneho elektrického sondovania. In: Acta Geologica Slovaca (AGEOS). - Roč. 5, č. 1 (2013), 45-54. ISSN 1338-0044.
10. Smernica MŽP SR č. 1/2000-3 na zostavovanie a vydávanie máp prírodnej a umelej rádioaktivity v mierke 1:50 000, 2000
11. UNSCEAR: Ionizing Radiation: Sources and Biological Effects. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. 1982
12. GKÚ, NLC; r.2017 - 2019.
13. [Internet 1] - https://en.wikipedia.org/wiki/Nitra_Region